

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*ПРОЕКТ «ЦИФРОВЫЕ КАФЕДРЫ»
В ПРОГРАММЕ «ПРИОРИТЕТ 2030»*

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по дополнительному
образованию

ФГБОУ ВО Ставропольский
ГАУ ИДПО профессор

О.М. Лисова

«16» сентября 2025 г.



**Дополнительная профессиональная программа
профессиональной переподготовки
«Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование»**

Отраслевая принадлежность программы
Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс

г. Ставрополь, 2025 год

Лист согласования

Виприцкий Николай Николаевич
ФИО

генеральный директор ООО ВИНКО-СТ
должность, наименование компании (организации) _____ дата, подпись, печать



Хоменко Александр Георгиевич
ФИО

генеральный директор ООО Кристалл-С
должность, наименование компании (организации) _____ дата, подпись, печать



Аннотация

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование» (далее - Программа) предназначена для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки, не отнесенным к ИТ-сфере, в части лиц, получающих высшее образование по очной (заочной) форме, лиц, освоивших основную профессиональную образовательную программу (далее – ОПОП ВО) за счет бюджетных средств или по договорам об оказании платных образовательных услуг, обучающихся – программам бакалавриата по направлениям 35.03.04 Агрономия, 35.03.06 Агроинженерия.

Целью профессиональной переподготовки является получение актуальной для Сельского хозяйства и агропромышленного комплекса дополнительной ИТ-квалификации.

Нормативный срок освоения программы 252 часа при очной (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) форме подготовки.

Авторы и преподаватели:

№ п/п	ФИО, должность	Модули (темы, лекции)	Часов, всего
1	Яновский Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники, физики и охраны труда, руководитель центра беспилотной авиации в агропромышленном комплексе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 1, Раздел 2. Модуль 2, Раздел 1-3	96
2	Виприцкий Николай Николаевич, генеральный директор ООО ВИНКО-АГРО	Модуль 3, Темы 1-4	30
3	Емельянов Эдуард Павлович, Инженер-программист, В/ч 35533, Московская обл., поселок Павлино	Модуль 1, Раздел 1, 3-4.	40
4	Коноплев Павел Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, физики и охраны труда ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 3, Темы 5-6	16
5	Окашев Николай Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, физики и охраны труда ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 3, Темы 7-9	20

Программа регламентирует требования к профессиональной переподготовке в области осуществления аэрофотосъемки и обработки данных аэрофотосъёмки на базе БАС (беспилотных авиационных систем) в сельском хозяйстве и агропромышленном комплексе.

1. Общие положения

1.1 Нормативная правовая основа Программы:

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 октября 2021 г. № 2816-р «Об утверждении инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года»;

Паспорт федерального проекта «Университеты для поколения лидеров» национального проекта «Молодежь и дети»;

Приказ Минобрнауки России от 25 февраля 2025 г. № 169 «О реализации проекта «Цифровые кафедры» образовательными организациями высшего образования – участниками программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»;

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 11 октября 2023 г. № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (далее – приказ Минобрнауки России № 499);

Приказ Минобрнауки России от 19 октября 2020 г. № 1316 «Об утверждении порядка разработки дополнительных профессиональных программ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, и дополнительных профессиональных программ в области информационной безопасности» (далее – приказ Минобрнауки России № 1316);

Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Минобрнауки России 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн);

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 27 июля 2017 г. № 699 (далее – ФГОС ВО);

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 27 июля 2017 г. № 709 (далее – ФГОС ВО);

Профессиональный стандарт «17.071 Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлётной массой 30 кг и менее», Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н.

I.2. Термины и определения, используемые в Программе

Итоговая аттестация (аттестация) – оценка степени и уровня освоения обучающимися ДПП ПП или ИТ-модуля в формате демонстрационного экзамена, предусматривающая выполнение обучающимся профессиональных задач и оценку результатов и (или) процесса выполнения – проверку сформированности цифровых компетенций в ходе обучения по ДПП ПП или ИТ-модулям.

Демонстрационный экзамен – аттестационное испытание, предусматривающее выполнение профессиональных задач и оценку результатов и (или) процесса выполнения профессиональных задач для подтверждения применения обучающимися цифровых компетенций на практике.

Дистанционные образовательные технологии – это образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки (Программа) – комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных курсов, дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, а также программ учебной и производственной практик, стажировок и форм аттестации, иных компонентов и обеспечивает приобретение дополнительной квалификации. Программа может разрабатываться с учетом положений профессиональных стандартов, федеральных государственных образовательных стандартов, требований рынка труда(индустрии).

Знание (З) – информация о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, правилах использования этой информации для принятия решений, присвоенная обучающимся на одном из уровней, позволяющих выполнять над ней мыслительные операции.

Матрица компетенций – матрица компетенций, актуальных для цифровой экономики, с приоритетом компетенций в ИТ-сфере, разработанная Университетом Иннополис при участии ИТ-компаний и университетов-участников программы «Приоритет-2030», представляющая собой перечень компетенций, структурированный по сферам применения, типу компетенций, уровням их сформированности и характеристикам.

Междисциплинарный курс (МДК) – структурный элемент Программы или программы профессионального модуля, предназначенный для формирования знаний и умений, объединенных по прагматическим основаниям с нарушением академических границ отраслей знаний.

Опыт практической деятельности (ОПД) – образовательный результат, включающий выполнение обучающимся деятельности,

завершающейся получением результата / продукта (элемента продукта), значимого при выполнении трудовой функции, в условиях реального производства или в модельной ситуации.

Оценочные средства (ОС) – дидактические средства для оценки качества подготовленности обучающихся.

Практика (практическая подготовка) – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенции по профилю соответствующей образовательной программы.

Профессиональный модуль (ПМ) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования определенной компетенции или нескольких компетенций.

Рабочая программа – нормативный документ в составе Программы, регламентирующий взаимодействие преподавателя и обучающихся в ходе учебного процесса при реализации структурных элементов Программы (модуль, дисциплина, курс).

Стажировка – формирование и закрепление полученных в результате теоретической подготовки профессиональных знаний и умений в рамках выполнения практических заданий (функций) на базе профильной компании (организации). Допускается заключение срочных трудовых договоров, предусматривающих прохождение обучающимся оплачиваемой стажировки.

Время прохождения стажировки целесообразно учитывать в качестве учебной или производственной практики.

Умение (У) – освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков; операция (действие), выполняемая определенным способом и с определенным качеством (умение, выполнение которого доведено до автоматизма, является навыком).

Учебная дисциплина (УД) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования знаний и умений в соответствующей сфере профессиональной деятельности.

Фонды оценочных средств (ФОС) – совокупность оценочных средств, используемых на различных этапах педагогической диагностики.

Целевой уровень сформированности компетенции – определенный в соответствии с Матрицей цифровых компетенций и указанный в ДПП ПП и ИТ-модулях в качестве планируемого результата обучения уровень сформированности цифровой компетенции.

Цифровая компетенция (компетенция) – образовательный результат, формируемый при освоении ДПП ПП или ИТ-модулей и необходимый для приобретения дополнительной *ИТ-квалификации*, необходимой для выполнения нового вида деятельности по внедрению и (или) развитию, и (или) разработке цифровых технологий, в том числе алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, в одной из приоритетных

отраслей экономики.177

Электронное обучение – организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

1.3. Требования к поступающим

К обучению по Программе допускаются обучающиеся по ОП ВО очной, заочной форме за счет бюджетных средств или по договорам об оказании платных образовательных услуг, обучающихся – программам бакалавриата (начиная со 2 курса) по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия, 35.03.06 Агроинженерия.

Таблица 1 - Направления подготовки обучающихся и областей профессиональной деятельности

Специальности и направления подготовки обучаемых	Области и сферы профессиональной деятельности
35.03.06 Агроинженерия	13 Сельское хозяйство (в сфере использования, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства) Профессиональная деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника
35.03.04 Агрономия	13 Сельское хозяйство (в сфере производства и хранения продукции растениеводства на основе достижений агрономии, защиты растений, генетики, селекции, семеноводства и биотехнологии сельскохозяйственных культур) Профессиональная деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника

1.4. Квалификационная характеристика выпускника

Выпускникам Программы присваивается дополнительная ИТ-квалификация в области осуществления аэрофотосъемки и обработки данных аэрофотосъёмки на базе БАС (беспилотных авиационных систем) в сельском хозяйстве и агропромышленном комплексе.

Выпускник Программы будет готов к выполнению трудовой деятельности «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее» (трудовые функции: В/01.3, В/02.3, В/03.3) в качестве Специалиста по эксплуатации беспилотных авиационных систем.

2. Планируемые результаты обучения и структура Программы:

Получение дополнительной ИТ-квалификации «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее» обеспечивается формированием приведенных в таблице цифровых компетенций

Наименование сферы	ID и наименование компетенции	Инструменты профессиональной деятельности	Целевой уровень формирования компетенций в Программе			
			Минимальный (исходный)	Базовый уровень	Продвинутый	Экспертный
Средства программной разработки	30. применяет принципы и основы алгоритмизации	QGroundControl, Mission Planner Python	(-)	разрабатывает типовые алгоритмы под контролем опытных наставников	(-)	(-)
Автоматизация процессов обработки информации и управления на воздушном транспорте	252. осуществляет эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления по эксплуатации пилотируемых и беспилотных воздушных судов	DroneDeploy; Pix4Dcatch	(-)	(-)	самостоятельно осуществляет эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления по эксплуатации пилотируемых и беспилотных воздушных судов, эпизодически прибегает к экспертной консультации	(-)
Новые производственные технологии	180. применяет новые информационные технологии	Pix4Dfields, DroneDeploy, DJI Pilot 2	(-)	(-)	Применяет новые информационные технологии в производственной деятельности самостоятельно, на основе типовых вариантов, с учетом их свойств и пригодности к конкретному производственному процессу, при необходимости консультируясь с экспертами	(-)

2.1 Структура образовательных результатов

Формирование цифровых компетенций, необходимых для получения обучающимися дополнительной ИТ-квалификации, обеспечивается последовательным формированием промежуточных образовательных результатов, начиная со знаний.

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
30. применяет принципы и основы алгоритмизации	иметь навыки использования языка программирования Python (ОПД 1)	использовать базовые принципы и основы алгоритмизации при решении задач (У1) разрабатывать типовые алгоритмы под контролем опытных наставников (У2)	иметь представление о принципах и основах алгоритмизации(31);
252. осуществляет эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления по эксплуатации пилотируемых и беспилотных воздушных судов	Осуществлять эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления полетом БПЛА на базе ПО QGroundControl (ОПД 2)	Осуществлять расчет винтомоторной группы БПЛА на основе специализированного ПО(У3) Выбирать, на основании расчетов, регуляторы скорости, двигатели, пропеллеры и источники питания из существующей номенклатуры (У4) Оценивать тяговоруженность БПЛА на базе выбранных электронных компонентов и специализированного ПО (У5) Составлять план полёта для направления в ЗЦ ОрВД (У6)	Принципы работы бесколлекторных электродвигателей; (32); Назначение регуляторов скорости оборотов двигателей(33); Особенности использования Li-Po источников питания(34); Нормативную базу для осуществления полетов для БПЛА до 30 кг(35); Порядок получение разрешения на полет(36); Порядок регистрация БПЛА и постановка на учет(37); Особенности применений БПЛА для получения технологической информации в производственной деятельности(38);
180. применяет новые информационные технологии	Осуществлять построение ортофотоплана; (ОПД 3) Осуществлять построение цифровой модели поверхности, цифровой модели рельефа; (ОПД 4)	Подготавливать данные для фотограмметрической обработки (У7).	Особенности аэрофотосъёмки с БПЛА (39); Основные принципы фотограмметрической обработки данных(10);

2.2 Структура Программы

Структура Программы регулирует образовательные траектории обучающихся, последовательность освоения структурных элементов (разделов) Программы, соответственно, последовательность формирования всех образовательных результатов.

Структурные элементы	Шифры образовательных результатов
Модуль 1 Основы алгоритмизации и программирования	31, У1, У2, ОПД 1
Модуль 2 Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных»	32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, У3, У4, У5, У6, ОПД2
Модуль 3 Обработка данных	39, 310, У7, ОПД3, ОПД4
Итоговая аттестация	31-310, У1-У7, ОПД1-ОПД4

3. Учебный план Программы

Объем Программы составляет 252 часа.

Учебный план Программы определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.

№	Структурные элементы (разделы Программы)	Общая трудоемкость, часов	Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Практическое обучение (производственная практика, стажировка)	СРС	Промежуточная / Итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия, семинары			
1	Модуль 1 Основы алгоритмизации и программирования	74	18	36	6	14	Зачет
2	Модуль 2 Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных»	90	16	34	16	14	Зачет
3	Модуль 3 Обработка данных	82	16	34	16	16	Зачет
4	Итоговая аттестация	6					Защита итоговых проектов
	Всего:	252	50	102	50	44	6

Учебно-тематический план
Дополнительной профессиональной программы профессиональной
переподготовки
«Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование»

№	Структурные элементы (разделы Программы)	Структурные элементы (разделы Программы).	Обязательная аудиторная учебная нагрузка			Практическое обучение (производственная практика, стажировка)	СРС	Промежуточная / Итоговая аттестация
			лекции	лабораторны е	Практические занятия, семинары			
1	Модуль 1 Основы алгоритмизации и программирования	74	18		36	6	14	Зачет
1.1	Раздел 1. Цифровая культура	14	4		6	2	2	
1.1.1	Тема 1. Цифровые устройств, предназначенные для работы с информацией	8	2		4	2		
1.1.2	Тема 2. Информационные технологии	6	2		2		2	
1.2	Раздел 2. Дискретная математика в программировании	24	4		12	4	4	
1.2.1	Тема 1. Системы счисления	5	1		2		2	
1.2.2	Тема 2. Кодирование	5	1		2	2		

1.2.3	Тема 3. Математическая логика	7	1		4	2		
1.2.4	Тема 4. Теория графов	7	1		4		2	
1.3	Раздел 3. Алгоритмизация. Базовые понятия программирования	24	7		10		4	
1.3.1	Тема 1. Алгоритм и его свойства	5	1		2		2	
1.3.2	Тема 2. Данные в памяти компьютера	5	1		2		2	
1.3.3	Тема 3. Простая программа на алгоритмическом языке	4	2		2			
1.3.4	Тема 4. Декомпозиция алгоритма. Модульность программы	4	2		2			
1.3.5	Тема 5. Эффективность алгоритмов	3	1		2			
1.4	Раздел 4. Прикладное программирование	15	3		8		4	
1.4.1	Тема 1. Стандартные библиотеки и функции	5	1		2		2	
1.4.2	Тема 2. Применение ООП	5	1		2		2	
1.4.3	Тема 3. Алгоритмы поиска и сортировки	5	1		4			

2	Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных	90	16		34	26	14	Зачет
2.1	Раздел 1. Состав БПЛА мультироторного типа	14	4		4	4	2	
2.1.1.	Тема 1. Беспилотные технологии в сельском хозяйстве	6	2		2	2		
2.1.2.	Тема 2.Виды, классификация, состав БПЛА	8	2		2	2	2	
2.2.	Раздел 2. Документация для осуществления полета	14	4		4	4	2	
2.2.1	Тема 1. Регистрация БПЛА и постановка на учет	8	2		2	2	2	
2.2.2	Тема 2. Получение разрешения на полет	6	2		2	2		
2.3	Раздел 3. Программное управление БПЛА	62	8		26	18	10	
2.3.1	Тема 1. Принцип действия БПЛА и ручное управление	18	2		10	12	4	
2.3.2	Тема 2. Настройка и калибровка аппарата с помощью ПО	10	2		4	2	2	
2.3.3	Тема 3. Управление БПЛА с помощью ПО QGroundControl	8	2		2	2	2	

2.3.4	Тема 4. Управление БПЛА в неблагоприятных погодных условиях	16	2		10	2	2	
3	Модуль 3. Обработка данных	82	16		34	16	16	Зачет
3.1	Тема 1. Исходные данные. Виды и форматы. Подготовка данных. Интерфейс Agisoft Metashape	10	2		4	2	2	
3.2	Тема 2. Обработка ГНСС наблюдений и системы координат	8	2		4		2	
3.3	Тема 3. Радиометрическая калибровка. Выравнивание снимков (построение сети фототриангуляции). Использование опознаков	12	2		4	4	2	
3.4	Тема 4. Построение плотного облака точек. Инструменты работы с облаком точек	9	2		4		2	
3.5	Тема 5. Построение ЦММ. Инструменты работы с ЦММ	9	2		4	2	1	
3.6	Тема 6. Построение ортофтоплана. Редактирование ортофотоплана	10	2		4	2	2	
3.7	Тема 7. Расчет индексов. Построение карт предписаний	9	2		4	2	1	
3.8	Тема 8. Полигональная модель. Тайловая модель. Параметры и назначение	9	1		4	2	2	

5. Рабочие программы модулей (курсов, дисциплин)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рабочая программа «Модуль 1. Основы алгоритмизации и программирования»

Отраслевая принадлежность программы
Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс

г. Ставрополь, 2025 год

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Модуль 1. Основы алгоритмизации и программирования» является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование» и направлена на формирование:

30. применяет принципы и основы алгоритмизации

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1.	Тема 1.1 Цифровые устройства, предназначенные для работы с информацией. Лекция 1. Классификация цифровых устройств. Принцип программного управления. Архитектура: устройство + ПО. Аппаратная и программная платформы. Сети передачи информации. Хранение информации Практическое занятие. Преобразование исходных данных в документ с заданной структурой с использованием средств автоматизации в приложении	6
2	Тема 1.1.2 Информационные технологии Классификация цифровых сервисов. Алгоритмизация деятельности пользователя. Практическое занятие. Организация совместной работы пользователей с документом.	4
3	Тема 1.2.1 Системы счисления Позиционные системы счисления Практическое занятие. Позиционные системы счисления: перевод чисел и арифметические операции	5
4	Тема 1.2.2 Кодирование Двоичное представление информации в памяти компьютера Практическое занятие. Представление целых чисел без знака	3
5	Тема 1.2.3 Математическая логика Основные понятия булевой алгебры. Основы булевой алгебры. Логические операции и таблицы истинности.	5
6	Тема 1.2.4 Теория графов Графы: определение, формы представления, классы задач на графах. Основные понятия и представления графов. Связность. Операции над графами. Двудольные графы.	7
7	Тема 1.3.1 Алгоритм и его свойства Определение алгоритма. Исполнитель алгоритма. Способы записи алгоритма.	5

	Упрощение логических выражений.	
8	Тема 1.3.2 Данные в памяти компьютера Представление информации в оперативной памяти компьютера. Составление алгоритма, отладка и тестирование программы решения задач, не использующей последовательности данных.	5
9	Тема 1.3.3 Простая программа на алгоритмическом языке Работа с данными в программе. Базовые типы данных, основные операторы алгоритмического языка. Рекуррентные последовательности. Решить задач на упорядочение последовательностей.	4
10	Тема 1.3.4 Декомпозиция алгоритма. Модульность программы Понятие вспомогательных алгоритмов: процедуры и функции. Рекурсивные функции: алгоритмы перебора с возвратом.	4
11	Тема 1.3.5 Эффективность алгоритмов Эффективность по памяти и по времени выполнения. Оценка трудоемкости. Сравнение алгоритмов по эффективности.	3
12	Тема 1.4.1 Стандартные библиотеки и функции Встроенные функции и стандартные библиотеки алгоритмического языка (string, matplotlib, re, sort для Python).	5
13	Тема 1.4.2 Применение ООП Основные положения парадигмы ООП. Возможности использования ООП в программах на алгоритмическом языке	5
14	Тема 1.4.3 Алгоритмы поиска и сортировки Алгоритм поиска одного элемента в неупорядоченной последовательности данных. Прямой и дихотомический поиск в упорядоченной последовательности данных. Алгоритм пузырьковой сортировки, сортировки слиянием. Алгоритмы обработки символьных строк.	5
		66

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Модуль 1 Основы алгоритмизации и программирования	54	36	14	14

1.1	Раздел 1. Цифровая культура	10	6	2	2
1.1.1	Тема 1. Цифровые устройства, предназначенные для работы с информацией	8	6		
1.1.2	Тема 2. Информационные технологии	4	2	2	2
1.2	Раздел 2. Дискретная математика в программировании	16	12	4	4
1.2.1	Тема 1. Системы счисления	3	2	2	2
1.2.2	Тема 2. Кодирование	5	4		
1.2.3	Тема 3. Математическая логика	7	6		
1.2.4	Тема 4. Теория графов	5	4	2	2
1.3	Раздел 3. Алгоритмизация. Базовые понятия программирования	17	10	4	4
1.3.1	Тема 1. Алгоритм и его свойства	3	2	2	2
1.3.2	Тема 2. Данные в памяти компьютера	3	2	2	2
1.3.3	Тема 3. Простая программа на алгоритмическом языке	4	2		
1.3.4	Тема 4. Декомпозиция алгоритма. Модульность программы	4	2		
1.3.5	Тема 5. Эффективность алгоритмов	3	2		
1.4	Раздел 4. Прикладное программирование	11	8	4	4
1.4.1	Тема 1. Стандартные библиотеки и функции	3	2	2	2
1.4.2	Тема 2. Применение ООП	3	2	2	2
1.4.3	Тема 3. Алгоритмы поиска и сортировки	5	4		
Всего		54	36	14	14

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения. По результатам текущего (промежуточного) контроля выставляются отметки «зачтено», «не зачтено»: до 64% верных ответов – «не зачтено»; свыше 65 % верных ответов – «зачтено».

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия)

индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

[http:// www bibl-stgau.ru](http://www.bibl-stgau.ru). Электронная библиотечная система университета
Учебно-методическое обеспечение программы включает:

- рабочую программу;
- презентационный материал по изучаемым темам;
- профильную литературу;
- справочные материалы

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета с участием представителей профильных организаций-работодателей:

№ п/п	ФИО, должность	Темы
1.	Емельянов Эдуард Павлович, Инженер-программист, В/ч 35533, Московская обл., поселок Павлино	Модуль 1, Раздел 1, 3-4.
2.	Яновский Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники, физики и охраны труда, руководитель центра беспилотной авиации в агропромышленном комплексе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 1, Раздел 2.

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория	Лекционные занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс	Практические занятия	Компьютеры, проектор лазерно-светодиодный, экран, интерактивная доска

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

1. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат / С.Р. Гуриков. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025. - 343 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-020255-6. - ISBN 978-5-16-102278-8 (электр. издание).

2. Компьютерное моделирование : учебник; ВО - Бакалавриат / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. - 1. - Москва : ООО "КУРС", 2023. - 263 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-79-9. - ISBN 978-5-16-105145-0 (электр. издание). - ISBN 978-5-16-012263-2 (ISBN соиздателя).
3. Программирование на языках высокого уровня : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат / О.И. Бедердинова, Т.А. Минеева, Ю.А. Водовозова. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 159 с. - ВО - Бакалавриат.
4. Основы компьютерной обработки информации : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2016. - 180 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 9785763834925.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рабочая программа
«Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА)
мультироторного типа для сбора данных»

Отраслевая принадлежность программы
Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс

г. Ставрополь, 2025 год

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных» является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование» и направлена на формирование:

252. осуществляет эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления по эксплуатации пилотируемых и беспилотных воздушных судов

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1	Тема 2.1.1 Беспилотные технологии в сельском хозяйстве Современные цифровые технологии в АПК. БПЛА в сельском хозяйстве и профессиональной деятельности агронома и агроинженера. Инновации в области БПЛА	4
2	Тема 2.1.2 Виды, классификация, состав БПЛА Обзор видов БПЛА, рассмотрение преимуществ и недостатков каждого. Разбор комплектующих БПЛА мультироторного типа Практическое занятие. Решение кейса по подбору оборудования для сборки рабочего образца аппарата мультироторного типа.	6
3	Тема 2.2.1 Регистрация БПЛА и постановка на учет Обсуждение процедуры постановки БПЛА на учет	6
4	Тема 2.2.2 Получение разрешения на полет Обсуждение процедуры оформления разрешения на полет Составление документа об учёте БПЛА 2) представление о разрешении введения соответствующего режима (временный/местный) 3) план полёта для направления в ЗЦ ОрВД и прочие необходимые документы для осуществления полётного задания.	4
5	Тема 2.3.2 Настройка и калибровка аппарата с помощью ПО Обзор работы с ПО. Рассмотрение вопросов калибровки и настройки с помощью специализированного ПО Работа по созданию автоматических полетных заданий, предназначенных для выполнения мультикоптеров. Полетное задание создается с помощью специализированного открытого ПО. Учитываются характерные особенности территории, по которой осуществляется полет и задаются необходимые параметры: высота полета, скорость, вид облета территории и т.д.	8
6	Тема 2.3.3 Управление БПЛА с помощью специализированного ПО QGroundControl	6

	Изучение принципов построения полетных заданий для БПЛА и принципов программного управления	
7	Тема 2.3.4 Управление БПЛА в неблагоприятных погодных условиях Рассмотрение частных случаев по редактированию полетных заданий в связи с неблагоприятными погодными условиями. Корректировка полетного задания в соответствии со сложными погодными условиями, принятие решение о невозможности полета в связи с угрозой повреждения БПЛА.	14
		48

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
2	Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных	50	34	14	14
2.1	Раздел 1. Состав БПЛА мультироторного типа	8	4	2	2
2.1.1.	Тема 1. Беспилотные технологии в сельском хозяйстве	4	2		
2.1.2.	Тема 2. Виды, классификация, состав БПЛА	4	2	2	2
2.2.	Раздел 2. Документация для осуществления полета	8	4	2	2
2.2.1	Тема 1. Регистрация БПЛА и постановка на учет	4	2	2	2
2.2.2	Тема 2. Получение разрешения на полет	4	2		
2.3	Раздел 3. Программное управление БПЛА	34	26	10	10
2.3.1	Тема 1. Принцип действия БПЛА и ручное управление	12	10	4	4
2.3.2	Тема 2. Настройка и калибровка аппарата с помощью ПО	6	4	2	2
2.3.3	Тема 3. Управление БПЛА с помощью ПО QGroundControl	4	2	2	2
2.3.4	Тема 4. Управление БПЛА в неблагоприятных погодных условиях	12	10	2	2
Всего		50	34	14	14

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения. По результатам текущего (промежуточного) контроля выставляются отметки «зачтено», «не зачтено»: до 64% верных ответов – «не зачтено»; свыше 65 % верных ответов – «зачтено».

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

[http:// www.bibl-stgau.ru](http://www.bibl-stgau.ru). Электронная библиотечная система университета

Учебно-методическое обеспечение программы включает:

- рабочую программу;
- презентационный материал по изучаемым темам;
- профильную литературу;
- справочные материалы

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета с участием представителей профильных организаций-работодателей:

№ п/п	ФИО, должность	Темы
1.	Яновский Александр Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники, физики и охраны труда, руководитель центра беспилотной авиации в агропромышленном комплексе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 2, Разделы 1-3

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория	Лекционные	Компьютер, мультимедийный проектор, экран,

	занятия	доска
Аудитория для практических занятий	Практические занятия	Компьютеры, проектор, экран, квадрокоптер DJI AIR 2S, квадрокоптер DJI ENTERPRICE 2, квадрокоптер DJI MATRICE 300 RTK, квадрокоптер DJI T40, квадрокоптер XAG P40, лидар DJI Zenmuse L1, RTK XAG P40, LNT XAG P40, ПО DJI Flight Simulator

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

1. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат / Труфляк Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 84 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-51493-9.
2. Беспилотные аппараты + eПриложение : учебник ; ВО - Бакалавриат, Магистратура / А. Е. Белик, В. В. Чугунов, В. А. Максимов [и др.]; под. ред. Н. А. Максимов. - Москва : КноРус, 2025. - 393 с. - Режим доступа: book.ru. - ISBN 978-5-406-14144-1.
3. Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) : учебник ; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Специалитет / А. Е. Белик, Р. А. Егоров, Е. В. Маршанин [и др.]; под. ред. Н. А. Максимов. - Москва : КноРус, 2024. - 386 с. - Режим доступа: book.ru. - ISBN 978-5-406-12851-0.
4. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ВО - Специалитет / Фетисов В. С., Неугодникова Л. М. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 132 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-507-49513-9.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рабочая программа
«Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА)
мультироторного типа для сбора данных»

Отраслевая принадлежность программы
Сельское хозяйство и агропромышленный комплекс

г. Ставрополь, 2025 год

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Модуль 2. Управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) мультироторного типа для сбора данных» является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование» и направлена на формирование:

252. осуществляет эксплуатацию автоматизированных систем планирования и оперативного управления по эксплуатации пилотируемых и беспилотных воздушных судов

Освоение рабочей программы является обязательным для всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Наименование тем, виды учебной работы и краткое содержание учебного материала	Объем, часов
1	Тема 3.1 Исходные данные. Виды и форматы. Подготовка данных. Интерфейс Agisoft Metashape Типология и структура данных мультиспектральных камер и камер видимого диапазона. Типы данных ГНСС наблюдений. Общий алгоритм обработки данных аэрофотосъемки в Agisoft Metashape. Интерпретация мультиспектральных данных в Agisoft Metashape. Практическое занятие: Инструмент для расчета индексов в Agisoft Metashape Professional	8
2	Тема 3.2 Обработка ГНСС наблюдений и системы координат Подготовка данных ГНСС наблюдений, конвертация и структурирование. Создание системы координат проекта. Интерпретация данных в плагине в Agisoft Metashape, анализ качества наблюдений. Обработка ГНСС наблюдений, параметры обработки.	8
3	Тема 3.3 Радиометрическая калибровка. Выравнивание снимков (построение сети фототриангуляции). Использование опознаков Способы калибровки отражательной способности. Построение и уравнивание сети фототриангуляции. Оценка точности фотограмметрической модели Процедура Оптимизации камер	8
4	Тема 3.4 Построение плотного облака точек. Инструменты работы с облаком точек Алгоритм формирования плотного облака, карты глубины. Редактирование и классификация плотного облака.	8
5	Тема 3.5 Построение ЦММ. Инструменты работы с ЦММ Регулярные матрицы высот. Редактирование модели поверхности и инструменты измерений. Информация ЦММ, состав ЦММ	7

6	Тема 3.6 Построение ортофтоплана. Редактирование ортофотоплана Параметры ортотрансформирования снимков. Характеристики ортофотоплана. Коррекция линий пореза.	8
7	Тема 3.7 Расчет индексов. Построение карт предписаний Преобразование растра, расчет вегетационных индексов. Параметры карт предписаний, параметры и интерпретация. Обработка информации карты глубины	7
8	Тема 3.8 Полигональная модель. Тайловая модель. Параметры и назначение. Трехмерные полигональные модели, типы и характеристики. Текстура модели и ее характеристики. Оценка точности обработки ГНСС наблюдений	7
9	Тема 3.9 Экспорт результатов обработки данных Возможности экспорта данных. Основные форматы и свойства данных.	5
		66

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
3	Модуль 3. Обработка данных	50	34	16	16
3.1	Тема 1. Исходные данные. Виды и форматы. Подготовка данных. Интерфейс Agisoft Metashape	2	4	2	2
3.2	Тема 2. Обработка ГНСС наблюдений и системы координат	2	4	2	2
3.3	Тема 3. Радиометрическая калибровка. Выравнивание снимков (построение сети фототриангуляции). Использование опознаков	2	4	2	2
3.4	Тема 4. Построение плотного облака точек. Инструменты работы с облаком точек	2	4	2	2
3.5	Тема 5. Построение ЦММ. Инструменты работы с ЦММ	2	4	1	1
3.6	Тема 6. Построение ортофтоплана. Редактирование ортофотоплана	2	4	2	2
3.7	Тема 7. Расчет индексов. Построение карт предписаний	2	4	1	1
3.8	Тема 8. Полигональная	1	4	2	2

	модель. Тайловая модель. Параметры и назначение				
3.9	Тема 9. Экспорт результатов обработки данных.	1	2	2	2
3	Модуль 3. Обработка данных	16	34		
3.1	Тема 1. Исходные данные. Виды и форматы. Подготовка данных. Интерфейс Agisoft Metashape	2	4		
Всего		50	34	16	16

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

[http:// www bibl-stgau.ru](http://www.bibl-stgau.ru). Электронная библиотечная система университета

Учебно-методическое обеспечение программы включает:

- рабочую программу;
- презентационный материал по изучаемым темам;
- профильную литературу;
- справочные материалы

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Реализация Программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами Университета с участием представителей профильных организаций-работодателей:

№ п/п	ФИО, должность	Темы
1.	Виприцкий Николай Николаевич, генеральный директор ООО ВИНКО-АГРО	Модуль 3, тема 1-4

Коноплев Павел Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, физики и охраны труда ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 3, Темы 5-6
Окашев Николай Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники, физики и охраны труда ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»	Модуль 3, темы 7-9

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория	Лекционные занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Аудитория для практических занятий	Практические занятия	Компьютеры, проектор, экран, квадрокоптер DJI AIR 2S, квадрокоптер DJI ENTERPRICE 2, квадрокоптер DJI MATRICE 300 RTK, квадрокоптер DJI T40, квадрокоптер XAG P40, лидар DJI Zenmuse L1, RTK XAG P40, LNT XAG P40, ПО DJI Flight Simulator

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

1. Разработка и развертывание средств сбора и диспетчеризации информации в агрокомплексах [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат / Золкин А. Л. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 140 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-50269-1.
2. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат / Труфляк Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 84 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-51493-9.
3. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и городской среде [Электронный ресурс] : учебник для СПО / Труфляк Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 448 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-48981-7.
4. Точное сельское хозяйство [Электронный ресурс] : учебник; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура / Труфляк Е. В., Курченко Н. Ю., Тенеков А. А., Якушев В. В., Борисенко И. Б., Машков С. В., Личман Г. И., Дайбова Л. А. ; под ред. Труфляка Е. В. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 512 с. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-507-49080-6.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ (производственная практика / стажировка)

Практическое обучение проводится в форме производственной практики.

Производственная практика проходит в форме индивидуальной самостоятельной работы. Практика включает выполнение обучающимся ряда заданий, направленных на формирование требуемых компетенций. Производственная практика сопровождается консультациями. Консультации содержательно упорядочены, оговариваются их сроки, а также материалы, предоставляемые на проверку в рамках каждой консультации. Самостоятельная работа слушателя в ходе прохождения производственной практики включает следующие виды работ:

- знакомство с организацией и составление календарного плана на весь период практики;
- стажировка или работа;
- знакомство с руководством и специалистами организации базы практики, условиями прохождения практики и основными направлениями работы организации.

Перед прохождением практики слушатель должен внимательно изучить соответствующие нормативные материалы с тем, чтобы быть подготовленным к выполнению задач практики согласно темам:

Местами проведения практического обучения выступают агропромышленные предприятия и организации Ставропольского края:

- 1. Агрохолдинг АСБ-Агро**
- 2. Агрохолдинг Степь**
- 3. Учебно-опытное хозяйство Ставропольского государственного аграрного университета**

№ темы	Тема занятия	Часы
1.1	Цифровые устройства, предназначенные для работы с информацией	2
1.2.2	Кодирование	2
1.2.3	Математическая логика	2
1.3.3	Простая программа на алгоритмическом языке	2
1.3.4	Декомпозиция алгоритма. Модульность программы	2
1.3.5	Эффективность алгоритмов	2
1.4.1	Стандартные библиотеки и функции	2
1.4.2	Применение ООП	2
1.4.3	Алгоритмы поиска и сортировки	2
2.1.1	Виды и классификация БПЛА	2

2.1.2	Состав БПЛА	2
2.2.1	Регистрация БПЛА и постановка на учет	2
2.2.2	Получение разрешения на полет	2
2.3.1	Принцип действия БПЛА и ручное управление	2
2.3.2	Настройка и калибровка аппарата с помощью ПО	2
2.3.3	Управление БПЛА с помощью ПО QGroundControl	2
2.3.4	Управление БПЛА в неблагоприятных погодных условиях	2
3.1	Исходные данные. Виды и форматы. Подготовка данных. Интерфейс Agisoft Metashape	2
3.2	Обработка ГНСС наблюдений и системы координат	2
3.3	Радиометрическая калибровка. Выравнивание снимков (построение сети фототриангуляции). Использование опознаков	1
3.4	Построение плотного облака точек. Инструменты работы с облаком точек	1
3.5	Построение ЦММ. Инструменты работы с ЦММ	2
3.6	Построение ортофотоплана. Редактирование ортофотоплана	2
3.7	Расчет индексов. Построение карт предписаний	2
3.8	Полигональная модель. Тайловая модель. Параметры и назначение	2
3.9	Экспорт результатов обработки данных.	2
	Итого:	50

Промежуточная аттестация (зачет, проводится на последнем занятии за счет часов практического обучения).

6. Аттестация по Программе

6.1. Форма аттестации

Текущий (промежуточный) контроль умений и навыков слушателя проводится после каждой дисциплины программы на заключительном занятии в виде зачета в форме тестирования, включая выполнение практических заданий.

По результатам текущего (промежуточного) контроля выставляются отметки «зачтено», «не зачтено»: до 54% верных ответов – «не зачтено»; свыше 55 % верных ответов – «зачтено».

После завершения обучения по Программе обучающиеся допускаются к итоговой аттестации.

Аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнеров в форме демонстрационного экзамена и предусматривает выполнение обучающимся профессиональных задач и оценку результатов и (или) процесса выполнения – проверку сформированности в рамках Программы цифровых компетенций.

Задания демонстрационного экзамена разработаны с участием организаций-работодателей, отраслевых партнеров и профессиональных сообществ.

Демонстрационный экзамен предусматривает выполнение (демонстрацию) обучающимся деятельности, завершающейся получением результата (продукта или его элемента), значимого при выполнении трудовой функции или трудовых действий.

Итоговая аттестация слушателей осуществляется на основании Положения об организации итоговой аттестации обучающихся при реализации программ дополнительного профессионального образования в Институте дополнительного профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет».

К итоговой аттестации допускается обучающийся по программе, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовки «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование».

При условии успешного прохождения итоговой аттестации слушателю выдается диплом о профессиональной переподготовке государственного образца, дающий право на ведение нового вида деятельности в сфере цифрового производства.

К итоговой аттестации допускается обучающийся по программе, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовки «Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование».

Итоговая аттестация слушателей осуществляется аттестационной комиссией в виде демонстрационного экзамена.

По результатам итоговых аттестационных испытаний выставляются отметки по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо»,

«удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

При осуществлении оценки уровня сформированности компетенций, умений и знаний обучающихся используется аддитивный принцип (принцип «сложения»):

- отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не показавшему освоение планируемых результатов, предусмотренных программой, допустившему серьезные ошибки в выполнении предусмотренных программой задания, не справившемуся с выполнением задания;

- отметку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, показавший частичное освоение планируемых результатов, предусмотренных программой, сформированность не в полной мере новых компетенций и профессиональных умений для осуществления профессиональной деятельности, знакомый с литературой, публикациями по программе. Как правило, - отметка «удовлетворительно» выставляется слушателям, допустившим погрешности в задании;

- отметку «хорошо» заслуживает обучающийся, показавший освоение планируемых результатов, предусмотренных программой, изучивших литературу, рекомендованную программой, способный к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности;

- отметку «отлично» заслуживает обучающийся, показавший полное освоение планируемых результатов, всестороннее и глубокое изучение литературы, публикаций; умение выполнять задания с привнесением собственного видения проблемы, собственного варианта решения практической задачи, проявивший творческие способности в понимании и применении на практике содержания обучения.

6.2. Оценочные средства

Оценка качества освоения программы включает промежуточную и итоговую аттестацию слушателей.

Примерные вопросы для промежуточной аттестации

Раздел 1: Основы работы с БПЛА

1. Перечислите основные компоненты БПЛА и их функции.
2. Какие факторы влияют на время полета БПЛА? Как его можно увеличить?
3. Опишите процедуру предполетной подготовки БПЛА.
4. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации БПЛА?
5. Что такое «потеря связи» с БПЛА? Какие действия должен предпринять оператор в такой ситуации?

Раздел 2: Фотограмметрия

1. Дайте определение фотограмметрии. Назовите её основные задачи.
2. Что такое ортофотоплан? Чем он отличается от обычного аэрофотоснимка?
3. Объясните понятия «перекрытие по маршруту» и «боковое перекрытие». Почему они важны для создания 3D-моделей?
4. Как разрешение снимка (GSD) зависит от высоты полета БПЛА? Приведите пример расчета.
5. Опишите этапы обработки данных в ПО для фотограмметрии (например, Pix4D, Agisoft Metashape).

Раздел 3: Дистанционное зондирование

1. Какие типы сенсоров используются в дистанционном зондировании? Чем отличаются мультиспектральные и тепловые камеры?
2. Что такое NDVI? Как он рассчитывается и где применяется?
3. Перечислите области применения данных дистанционного зондирования в сельском хозяйстве.
4. Какие факторы влияют на качество данных дистанционного зондирования (например, освещение, атмосфера)?
5. Объясните, как калибровка камеры влияет на точность получаемых данных.

Раздел 4: Законодательство и нормы

1. Какие законодательные ограничения существуют для полетов БПЛА в вашем регионе (высота, запретные зоны)?
2. Что такое «геозонирование»? Как проверить разрешенные зоны для полетов?
3. Какие документы необходимы для коммерческого использования БПЛА?
4. Какие требования предъявляются к хранению и обработке аэрофотоданных с точки зрения защиты персональных данных?

Раздел 5: Практические задачи

1. Ситуация: Необходимо провести аэросъемку участка площадью 2 км² с GSD 3 см/пиксель. Камера БПЛА имеет разрешение 20 Мп (размер сенсора 5472 × 3648 пикселей). Рассчитайте высоту полета и шаг маршрута.
2. Кейс: Планируется создать 3D-модель здания. Опишите оптимальные параметры съемки (угол наклона камеры, перекрытия).
3. Назовите три возможные причины появления «дыр» в облаке точек. Как их устранить?
4. Как выбрать оптимальное время суток для съемки в инфракрасном диапазоне?

Раздел 6: Анализ и применение данных

1. Какие методы используются для классификации объектов на аэрофотоснимках?
2. Как создать карту высот по данным фотограмметрии?
3. Опишите, как обнаружить изменения на местности с помощью многозременных снимков.
4. Какие метрики точности применяются для оценки качества 3D-моделей?

Вопросы с развернутым ответом

1. Сравните преимущества и недостатки фотограмметрии и лидарной съемки.
2. Опишите процесс создания цифровой модели рельефа (ЦМР) из данных БПЛА.
3. Какие современные тенденции в развитии технологий БПЛА и дистанционного зондирования вы считаете наиболее перспективными?

Примерные практические кейсы для промежуточной аттестации

Кейс 1: Сельскохозяйственный мониторинг

Ситуация: Фермерское хозяйство хочет оценить состояние посевов пшеницы на поле площадью 50 га. Необходимо выявить зоны с низкой вегетативной активностью и определить причины (засуха, болезни, недостаток удобрений).

Задачи студента:

1. Подберите тип сенсора (мультиспектральный, тепловой) и обоснуйте выбор.
2. Рассчитайте высоту полета для получения GSD 5 см/пиксель (разрешение камеры: 12 Мп, размер сенсора 4000 × 3000 пикселей).
3. Составьте план полета с учетом перекрытий и времени съемки.
4. Опишите, как использовать индекс NDVI для анализа данных.
5. Предложите рекомендации фермеру на основе полученных результатов.

Кейс 2: Создание 3D-модели исторического объекта

Ситуация: Требуется создать высокодетальную 3D-модель старинного здания для реставрации. Объект имеет сложную архитектуру (барельефы, колонны).

Задачи студента:

1. Определите оптимальные параметры съемки (угол наклона камеры, перекрытия, освещение).
2. Рассчитайте количество снимков и время полета для участка 200×200 м.
3. Назовите возможные проблемы при обработке данных (например, «дыры» в облаке точек) и способы их устранения.
4. Предложите ПО для обработки и визуализации модели.

Кейс 3: Мониторинг последствий стихийного бедствия

Ситуация: После наводнения необходимо оценить ущерб инфраструктуре в зоне площадью 10 км^2 (дороги, мосты, здания).

Задачи студента:

1. Составьте план аэросъемки с учетом срочности и погодных условий.
2. Определите, какие данные (ортофотоплан, DSM, 3D-модель) будут наиболее полезны.
3. Рассчитайте объемы разрушений (например, по изменению высотных отметок).
4. Опишите, как интегрировать данные БПЛА с геоинформационными системами (ГИС).

Кейс 4: Лесопатологический анализ

Ситуация: В лесном массиве замечены участки с усыхающими деревьями. Требуется определить масштаб проблемы и локализовать очаги поражения.

Задачи студента:

1. Выберите подходящий спектральный диапазон для выявления больных деревьев.
2. Спланируйте съемку с учетом плотности растительности и рельефа.
3. Объясните, как использовать индексы (например, NDVI, NDWI) для анализа.
4. Предложите метод визуализации результатов (тепловая карта, графики).

Кейс 5: Картографирование карьера

Ситуация: Горнодобывающая компания нуждается в актуальной карте карьера для расчета объема добычи.

Задачи студента:

1. Определите требования к GSD (разрешение) для точного расчета объемов.

2. Рассчитайте высоту полета и шаг маршрута для камеры с фокусным расстоянием 24 мм и разрешением 6000×4000 пикселей.
3. Опишите процесс создания цифровой модели поверхности (DSM).
4. Назовите возможные погрешности и способы их минимизации (например, использование GCP).

Кейс 6: Тепловой анализ промышленного объекта

Ситуация: На заводе необходимо выявить утечки тепла из трубопроводов.

Задачи студента:

1. Обоснуйте выбор тепловой камеры вместо мультиспектральной.
2. Определите оптимальное время суток для съемки.
3. Предложите метод обработки данных для визуализации температурных аномалий.
4. Рассчитайте площадь утечки по тепловому снимку (масштаб: 1 пиксель = 10 см).

Кейс 7: Планирование полета в городской среде

Ситуация: Требуется провести аэросъемку для проекта реконструкции центра города. Зона съемки включает высотные здания и пешеходные зоны.

Задачи студента:

1. Укажите законодательные ограничения для полетов в городской черте (высота, разрешения).
2. Спланируйте маршрут, избегая «слепых зон» из-за застройки.
3. Опишите, как обеспечить безопасность полета в условиях городского шума и помех.
4. Предложите способы повышения детализации съемки фасадов зданий.

Критерии оценки:

1. Умение применять теоретические знания на практике.
2. Точность расчетов (высота, GSD, перекрытия).
3. Обоснованность выбора оборудования и методов.
4. Способность решать нестандартные задачи (например, устранение артефактов).
5. Соблюдение норм безопасности и законодательства.

Примерные задания и вопросы для итоговой аттестации

Итоговая аттестация слушателей осуществляется аттестационной комиссией в виде демонстрационного экзамена.

Пример итогового задания: необходимо подготовить к полету БПЛА мультироторного типа с исходными данными:

1. Схема аппарата - квадро- или гексакоптер;
2. Масса аппарата - до 30 кг вместе с полезной нагрузкой;
3. Полезная нагрузка - камера и/или трехосевой подвес, расположенные на борту коптера;
4. Обработка данных, полученных в результате аэрофотосъемки, составление отчётных документов.

Задание:

1. Оформить документы для постановки аппарата на учет;
2. Оформить разрешение на полет;
3. Создать полетное задание в специализированном ПО с учетом исходных данных по аппарату;
4. Провести процедуру подготовки БПЛА к полету.
5. Обработка и анализ результатов съемки. Построение ортофотоплана местности.

Вопросы:

1. Какие типы данных необходимы для фотограмметрической обработки в целях получения геопривязанной цифровой модели местности?
2. Какая информация содержится в сырых ГНСС наблюдениях? Какие форматы ГНСС наблюдений используются в обработке?
3. Какой формат описания систем координат поддерживается в Agisoft Metashape Professional?
4. Для каких задач в системе координат применяется геоид?
5. По каким значениям оценивается точность обработки ГНСС наблюдений?
6. Какая информация файлов изображений используется для корректной интерпретации мультиспектральных данных в Agisoft Metashape Professional?
7. По каким данным можно произвести калибровку отражательной способности в Agisoft Metashape Professional?
8. Что формируется в результате построения сети фототриангуляции (Выравнивании снимков) в Agisoft Metashape Professional?
9. Как оценить точность фотограмметрической модели? Можно ли достоверно оценить точность по погрешностям рассчитанных положений позиций камер?
10. Что выполняет процедура Оптимизации камер?
11. Какую информацию содержат карты глубины?
12. Какой тип данных можно получить в результате классификации точек рельефа облака?

13. Какую информацию содержит ЦММ, из чего состоит ЦММ?
14. Для какой задачи наиболее эффективно применять линии излома на ЦММ?
15. Из чего состоит ортофотоплан? Как выполнить корректирование отдельных участков на ортофотоплане?
16. Какой инструмент используется для расчета индексов в Agisoft Metashape Professional?
17. Как выполнить экспорт значений индекса?
18. Для каких целей используются карты предписаний? На основе какой информации они строятся?

Примерная тематика проектов:

Фотограмметрия и 3D-моделирование

- Автоматизированное построение цифровых моделей местности (ЦММ) и рельефа (ЦМР) по данным БПЛА
- Методы повышения точности 3D-реконструкции объектов с использованием фотограмметрии
- Сравнительный анализ программного обеспечения для обработки данных БПЛА (Pix4D, Agisoft Metashape, WebODM)
- Применение фотограмметрии для мониторинга строительных объектов и контроля объемов работ
- Создание 3D-моделей исторических памятников для целей реставрации и консервации

Дистанционное зондирование в сельском хозяйстве

- Оценка состояния сельскохозяйственных культур с использованием мультиспектральной съемки
- Прогнозирование урожайности на основе вегетационных индексов (NDVI, NDRE, GNDVI)
- Раннее выявление болезней растений и засухи с помощью БПЛА
- Оптимизация внесения удобрений и пестицидов на основе данных дистанционного зондирования
- Мониторинг деградации почв и эрозии с использованием БПЛА

Экологический мониторинг и охрана природы

- Оценка антропогенного воздействия на природные ландшафты с помощью БПЛА
- Мониторинг состояния водных объектов и выявление загрязнений
- Использование тепловизоров на БПЛА для обнаружения несанкционированных свалок
- Анализ последствий лесных пожаров и динамики восстановления растительности

- Применение БПЛА для учета численности диких животных

–

Геодезия, картография и инфраструктура

- Обновление топографических карт и планов с использованием данных БПЛА
- Мониторинг линейных объектов (ЛЭП, трубопроводы, дороги) с применением БПЛА
- Контроль деформаций зданий и сооружений методом повторной аэрофотосъемки
- Использование БПЛА для кадастровых работ и землеустройства
- Создание цифровых двойников городской среды на основе данных аэрофотосъемки

Технологии и автоматизация обработки данных

- Применение искусственного интеллекта для автоматической классификации объектов на аэрофотоснимках
- Разработка алгоритмов автоматического планирования полетов БПЛА для максимального покрытия территории
- Использование облачных технологий для хранения и обработки данных
- Оптимизация процессов фотограмметрической обработки больших массивов данных
- Сравнение эффективности различных типов БПЛА для аэрофотосъемки

Чрезвычайные ситуации и безопасность

- Применение БПЛА для поисково-спасательных операций в труднодоступных районах
- Использование тепловизоров и LiDAR для обнаружения пострадавших в зонах бедствий
- Мониторинг опасных промышленных объектов с помощью БПЛА
- Оценка ущерба от наводнений и других стихийных бедствий на основе данных аэрофотосъемки
- Разработка методики оперативного реагирования на ЧС с применением БПЛА

Критерии оценивания

Члены аттестационной комиссии выставляют баллы по пяти критериям. За каждый критерий можно получить максимально 20 баллов, а в целом за проект максимально может быть 100 баллов. Итоговая оценка - это средняя сумма оценок экспертов. Эксперты оценивают проекты по следующим критериям:

Критерий	Баллы
Актуальность и обоснование темы	20 – тема высокоактуальна, четко сформулирована проблема, есть ссылки на современные исследования; 15 - тема актуальна, но проблема раскрыта недостаточно глубоко; 10 - тема слабо связана с современными направлениями в области БПЛА
Оригинальность и креативность проектного решения	20 – проектное решение отличается оригинальным подходом и высокой степенью креативности; 15 - проектное решение отличается оригинальным подходом, но недостаточной степенью креативности; 10 - проектное решение не является оригинальным и креативным
Степень проработанности проекта и возможность коммерциализации в условиях импортозамещения	20 - проектное решение отличается проработанностью и завершенностью; 15 - проектное решение отличается завершенностью, но требует конкретизации мероприятий; 10 - проектное решение завершено, но требует существенной доработки
Качество данных и обработки	20 – использованы реальные данные БПЛА, корректная обработка в ПО (Pix4D, Agisoft, QGIS), точные результаты; 15 - данные есть, но обработка упрощена; 10 - данные низкого качества или взяты из открытых источников без доработки.
Аргументация актуальности проектного решения и степень его обоснованности при публичной защите	20 - информация излагается доступным языком, выступающие, ответили на все вопросы; 15 - информация излагается доступным языком, выступающие, ответили не на все вопросы; 10 - информация слабо аргументирована

7. Завершение обучения по Программе

Лицам, завершившим обучение по Программе и достигших целевого уровня сформированности цифровых компетенций по результатам итоговой оценки и прошедших итоговую аттестацию, присваивается дополнительная ИТ-квалификация, установленная Программой.

При освоении Программы параллельно с получением высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается не ранее получения соответствующего документа об образовании и о квалификации (за исключением лиц, имеющих среднее профессиональное или высшее образование).

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из образовательной организации высшего образования, реализующей Программу, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому образовательной организацией высшего образования.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки **«Оператор БПЛА: фотограмметрия и дистанционное зондирование»** рассмотрена и утверждена учебно-методической комиссией Центра опережающей профессиональной подготовки (протокол № 11 от 16 сентября 2025 г.).

Составитель программы:

Яновский Александр Александрович,
кандидат физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой электротехники, физики и
охраны труда, руководитель центра беспилотной
авиации в агропромышленном комплексе ФГБОУ
ВО «Ставропольский государственный аграрный
университет»

